البنية النسيجية و التشريحية للب السني

المركب اللبي العاجي

Dentin-Pulp Complex

المركب اللبي العاجي

- يعمل اللب والعاج كمركب واحد، والخلايا المصورة للعاج (Odontoblast) تشكل الطبقة السطحية الخارجية للنسيج اللبي وان استطالاتها تندخل ضمن العاج.
- العاج لا يمكن ان يتواجد لولا اللب والخلايا المصورة للعاج التي تقوم بافراز العاج بشكل مستمر ، وكذلك اللب لا يمكن له ان يبقى لولا الحماية التي يؤمنها كل من العاج و الميناء

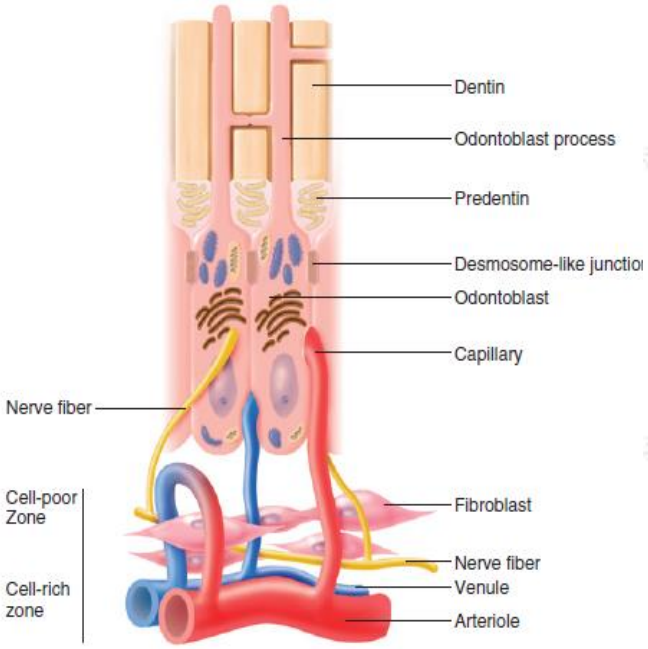
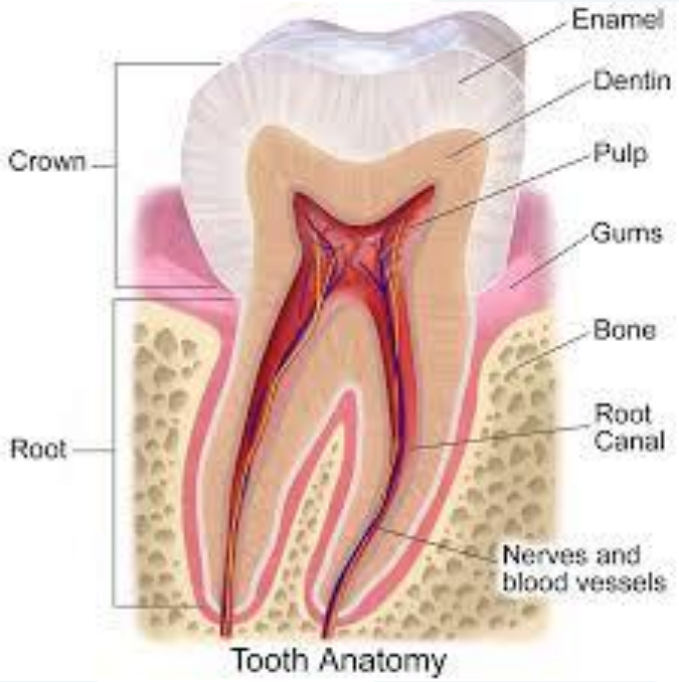
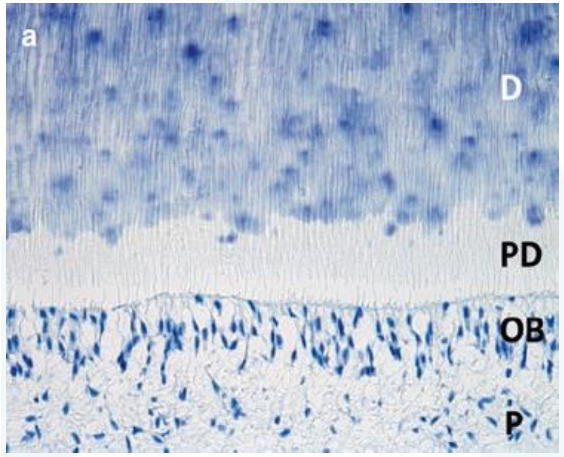


FIG. 12-2 Diagrammatic representation of the odontoblast layer and subodontoblastic region of



Tooth Anatomy

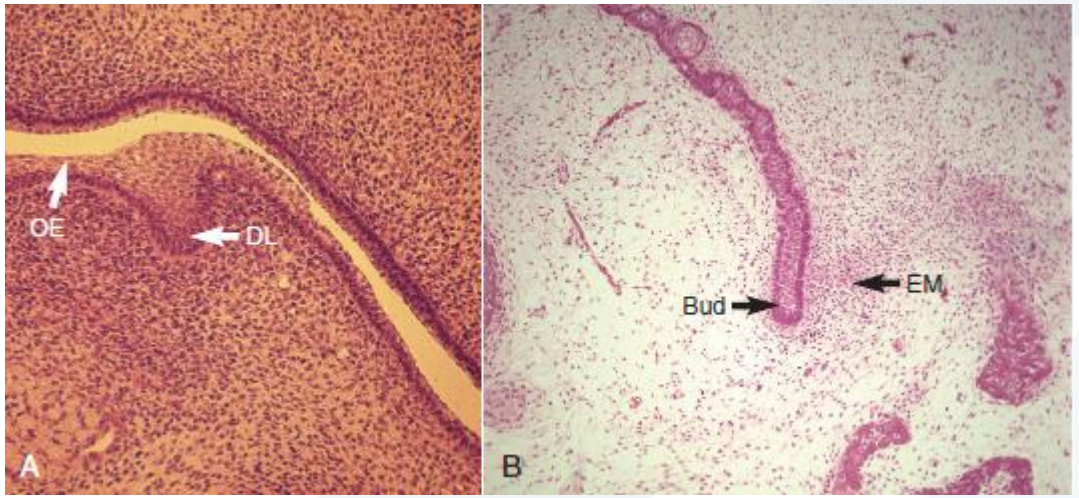


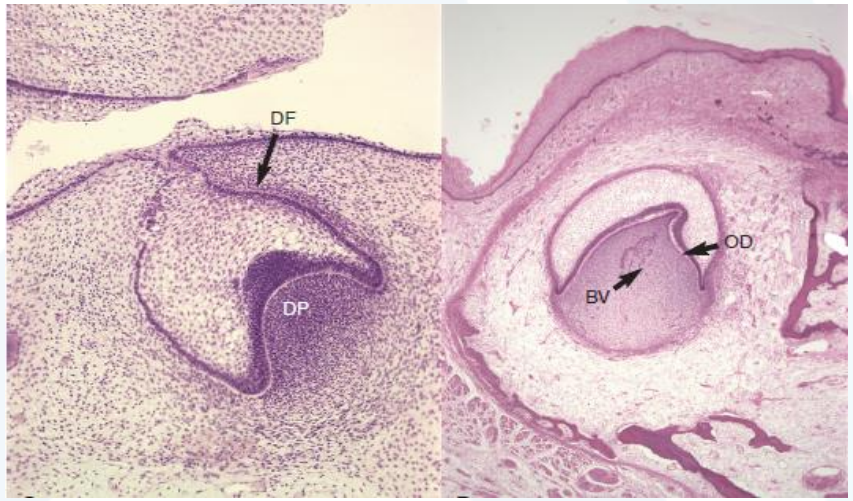
(a) Dentin-pulp complex interface, displaying odontoblasts (OB), predentin (PD), tubular dentin (D), and pulp proper (P) beneath the odontoblasts. Note that instead of being straight, the mineralization front is irregular, presenting the mineralization in the form of calcospherites. Demineralized section, toluidine blue. Magnification 20×. (b) Odontoblast processes protruding from the dentin fracture site exposed at 0.4 mm from the pulp. Magnification 2000× (from Goracci et al. [47], with permission)

.sy/

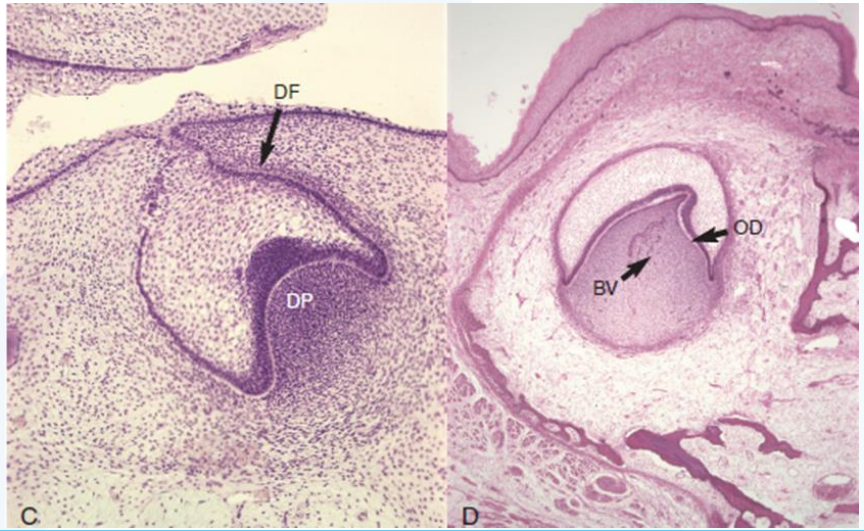
Development of the dental pulp :تطور اللب السني

- يتميز السن بانه ينشأ من الوريقتين الوسطى والخارجية
- يبدأ تطور السن خلال المرحلة الجنينية من خلال اندخال الخلايا الظهارية من الصفيحة السنية Dental lamina الموجودة على سطح فك الجنين ضمن النسيج الضام
- بداية تاخذ الخلايا المندخلة شكل البرعم لذلك تدعى هذه المرحلة بمرحلة البرعم Bud stage
- ونتيجة استمرار الاندخال وتطور الخلايا المندخلة تاخذ شكل الكأس وتسمى بمرحلة القبعة او القلنسوة Cap stage
- وفي مرحلة لاحقة تأخذ شكل الجرس وتسمى هذه المرحلة بمرحلة الجرس Bell stage
- وفي هذه المرحلة تدعى هذه البنية النسيجية ذات المنشأ الظهاري ب عضو الميناء Enamel Organ والذي يعتبر مسؤولا عن تشكل الميناء [2]



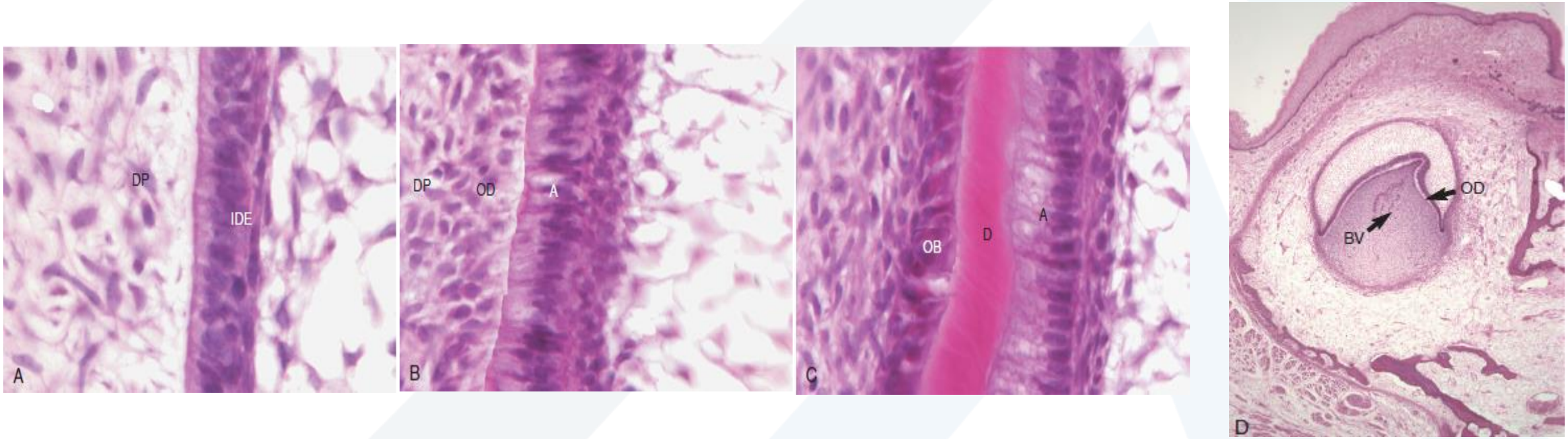


- إن النسيج الضام الذي اندخل ضمنه عضو الميناء ومن ثم احاط به، يدعى الحليمة السنية Dental papilla وهو المسؤول عن تشكل اللب وبالتالي العاج
- إن Dental papilla تنشأ من خلايا هاجرت من القنزعة العصبية neural crest الى منطقة الفك، ومن خلال التأثير المتبادل بينها وبين عضو الميناء يبدأ افراز الميناء والعاج



- خلال مرحلة الجرس تتمايز الطبقة الداخلية من عضو الميناء الى مصورات الميناء
- ويتبعها تمايز الطبقة الخارجية من الحليمة السنية dental papilla الى مصورات العاج والتي تقوم بانتاج العاج في مرحلة الجرس المتأخرة، واعتبارا من هذه اللحظة يظهر اللب السني
- وخلال هذه المرحلة يظهر الجراب السني dental follicle والذي هو عبارة عن نسيج يتشكل حول عضو الميناء والحليمة السنية dental papilla مجتمعين، وفي مرحلة لاحقة فان ال جراب السني سيعطي الاربطة حول السنية periodontal attachment
- إن عضو الميناء مع اللب (الحليمة السنية) مع جراب السن dental follicle مجتمعين يشكلون برعم السن tooth germ

- ان تطور برعم السن وتمايز خلاياه محدد جينيا وهو مضبوط بمجموعة من عوامل النمو(growth factors) وعوامل النسخ (transcription factors) والعديد من جزيئات الاشارة (signaling molecules)
- ان اي خلل في مرحلة تطور السن قد يؤدي الى خلل كبير يتظاهر على شكل غياب البرعم او سوء تصنع الميناء او سوء تصنع العاج



العاج Dentin

يتألف العاج كامل النضج من:

١) ٧٠% قالب لا عضوي (معدني) مؤلف من بلورات ال هيدروكسي اباتيت

٢) ٢٠% قالب عضوي والذي يحتوي على :

- الكولاجين وبشكل خاص النمط الاول
- بروتينات لا كولاجينية
- بروتيوغليكان وغيرها من المركبات

٣) ١٠ % ماء

يصنف العاج حسب زمن وظروف توضعه الى : عاج اولي وثانوي وثالثي

العاج الاولي (التطوري) Primary dentin

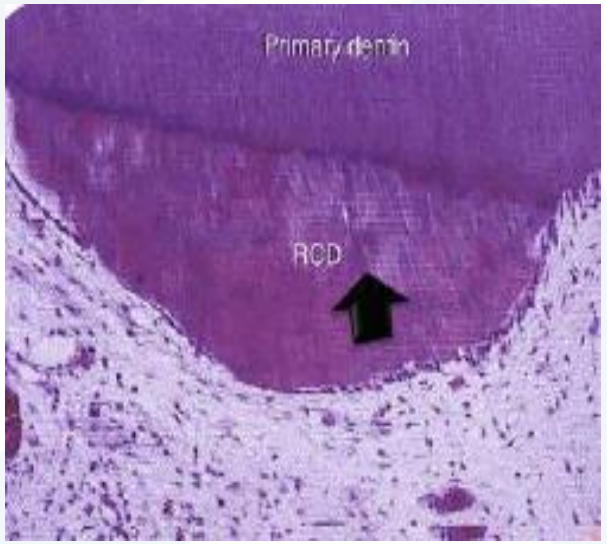
- يشكل النسبة العظمى من العاج السني ،تفرزه مصورات العاج خلال المرحلة الجنينية ويستمر افرازه حتى اكتمال طول الجذر
- يتميز بانه الاكثر تمعدنا وانتظاما بين انواع العاج الثلاثة حيث يحتوي على قنيات عاجية بشكل حرف S

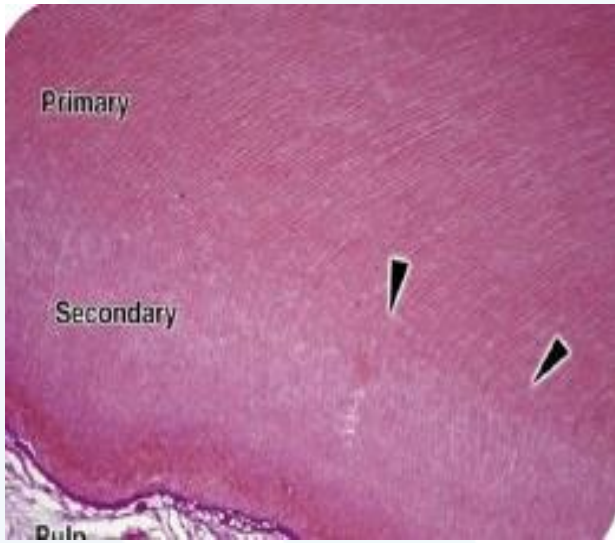
العاج الثانوي (الفيزيولوجي) Secondary dentin

- يفرز بشكل فيزيولوجي بعد توقف افراز العاج الاولي ويستمر افرازه مدى حياة اللب
- يكون اقل تمعدنا وانتظاما من العاج الاولي ويكون افرازه ابطأ

العاج الثالثي (الدفاعي، المرمم) Tertiary dentin

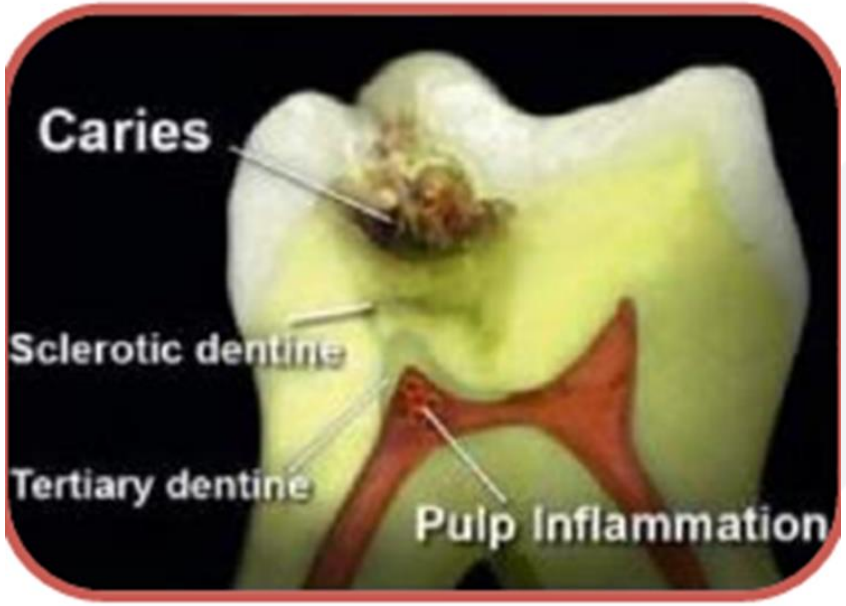
- يفرز عند وجود تحريض خارجي للنسيج اللبي كالنخر او الانكشاف اللبي
- يكون اقل تمعدنا وانتظاما من العاج الاولي والثانوي
- له نمطان: reparative و reactionary





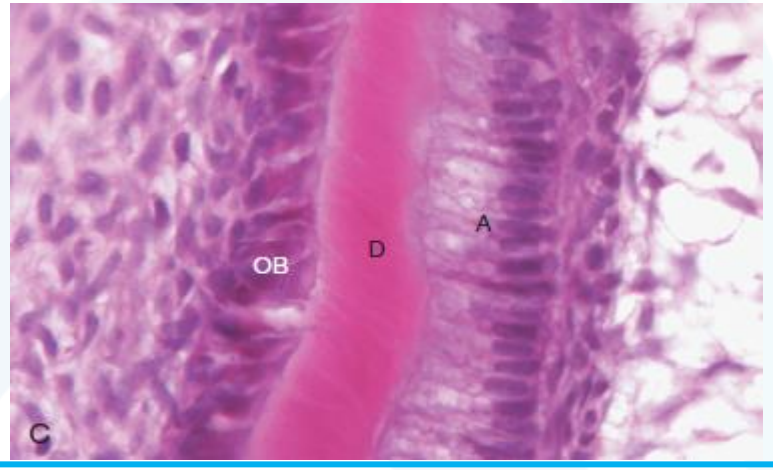
كما يصنف العاج حسب موقعه ضمن بنية السن الى :

بالمقطع الطولي (الموازي للقنيات العاجية) يمكن مشاهدة العاج الساتر، والعاج حول اللبي، وطليعة العاج



يبدأ انتاج العاج غيرالمتمعدن عند ذروة الحدبة أولا ويستمر بالتقدم باتجاه ذروي وبمعدل ثابت ٤.٥ ميكرومتر باليوم تقريبا

- العاج الساتر (المعطف العاجي) *mantle dentin*: هو الطبقة الرقيقة (لا تتجاوز سماكته ال ١٥٠ ميكرون) من العاج والتي تفرز اولا وتكون يتماس مع الميناء بما يعرف بالملتقى الميناني العاجي، ويتميز هذا العاج بان حجم الياف الكولاجين و اتجاهها ونموذج تمعدنه يكون مختلفا عما هو الحال في العاج حول اللبي



- العاج حول اللبي *Circumpulpal dentin*: يشكل كتلة العاج الرئيسية في السن ويتوضع تحت العاج الساتر مباشرة وهو يشمل كتلة العاج الاولي و الثانوي

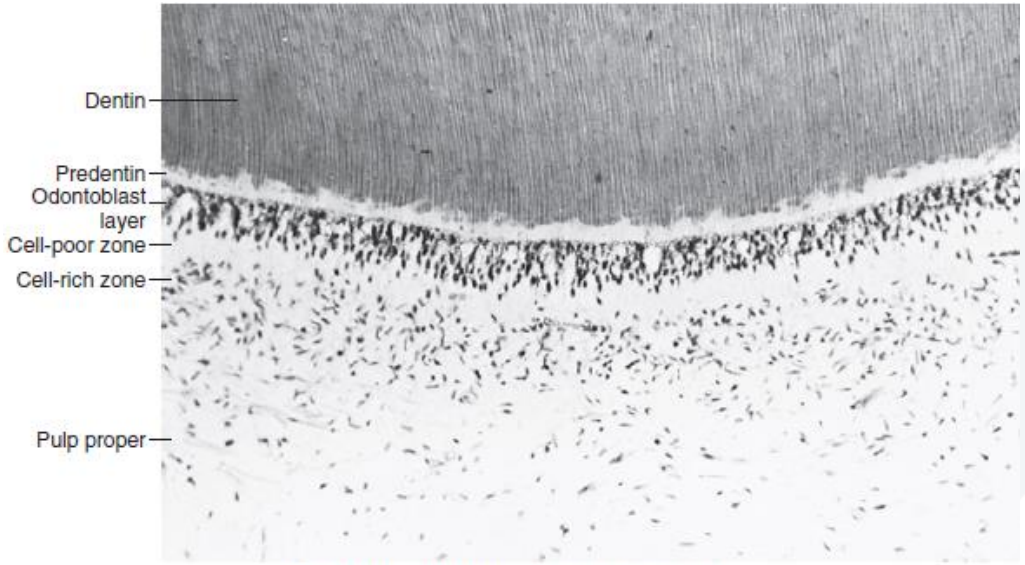


FIG. 12-1 Morphologic zones of the mature pulp.

✪ طليعة العاج predentin: هو الطبقة الرقيقة من العاج والتي تفرز اخيرا وتكون بتماس مع مصورات العاج وتكون دائما غير متمعدنة (لانها تتحول عند تمعدنها الى عاج حول لبي) وتتراوح ثخانتها بين ١٠ و ٥٠ ميكرومتر .

يستمر تشكل العاج مدى الحياة على شكل طبقات يمكن تمييزها عن بعضها بواسطة خطوط في القالب وتغير في اتجاه القنيات العاجية

معدل توضع العاج يقل مع التقدم بالعمر لكنه لا يتوقف ابدا

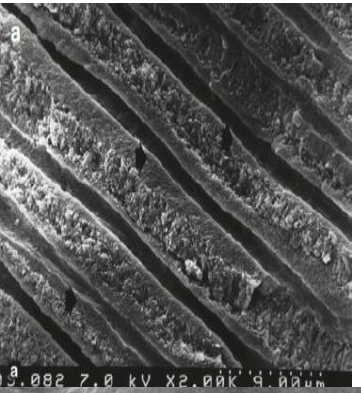
هذا المعدل يمكن ان يزداد نتيجة اثارة مصورات العاج بسبب الجزيئات السامة التي قد تخترق العاج عبر القنيات العاجية

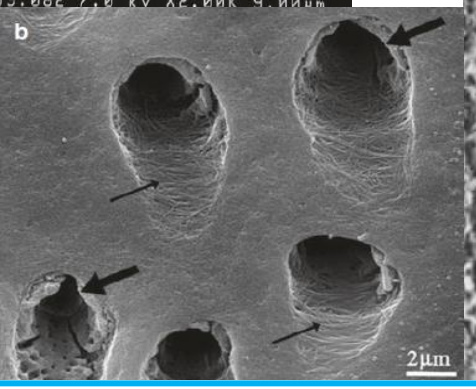
كما يصنف العاج حسب موقعه ضمن بنية السن الى :

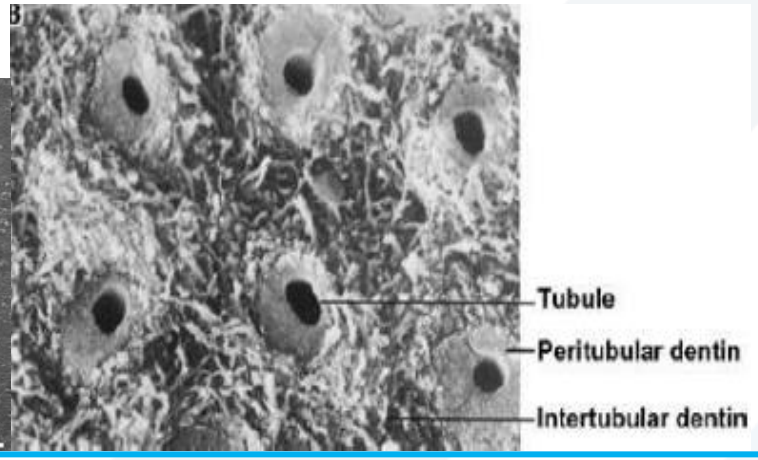
بالمقطع العرضي (المتعامد مع القنيات العاجية) يمكن مشاهدة القنيات العاجية(قطرها صغير يتراوح بين ٢-٣ ميكرون) ، والعاج حول القنيوي، وبين القنيوي

العاج حول القنيوي اكثر تمعدنا من العاج بين القنيوي

تتراوح ثخانة العاج حول القنيوي بين ٠.٥ و ١ ميكرون

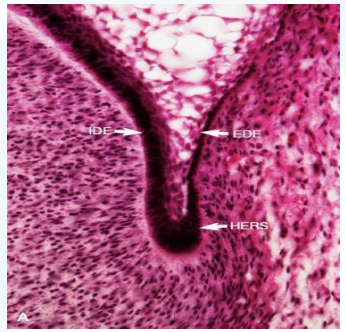


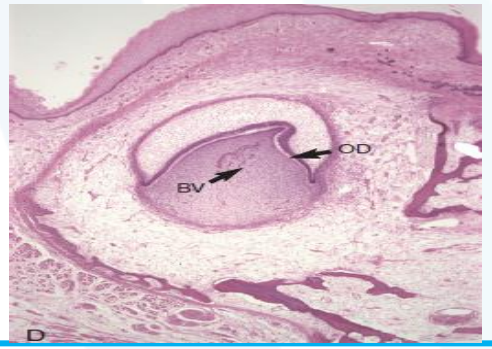




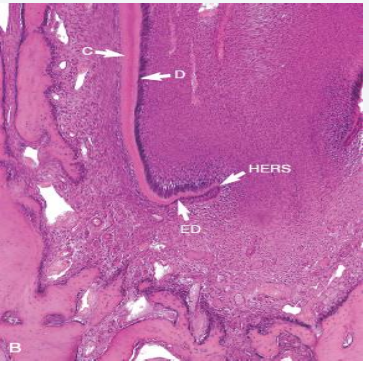
تشكل الجذر Root Formation

- في السن قيد التطور والتشكل فإن طبقتي الخلايا الظهارية الداخلية والخارجية لعضو الميناء تلتقي في ما يعرف بالحلقة العنقية (*cervical loop*)
- إن هذه الحلقة تحدد نهاية التاج التشريحي وبداية الجذر
- يبدأ تشكل الجذر بفضل الامتداد الذروي للطبقتين الظهاريتين المندمجتين والذي يدعى ب غمد هيرتفغ (*Hertwig's epithelial root sheath*)
- يلعب غمد هيرتفغ نفس الدور الذي تلعبه الطبقة الظهارية المينائية الداخلية و الذي يتمثل بتحفيز طبقة مصورات العاج وبالتالي تشكل الجذر

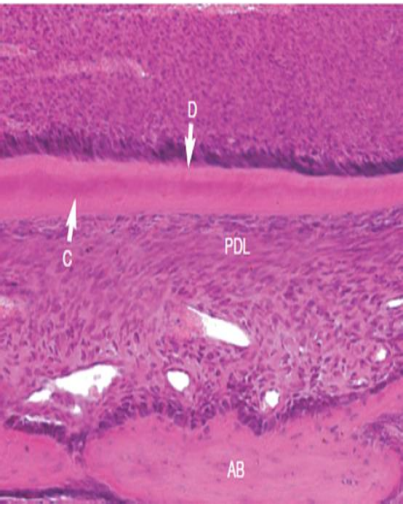




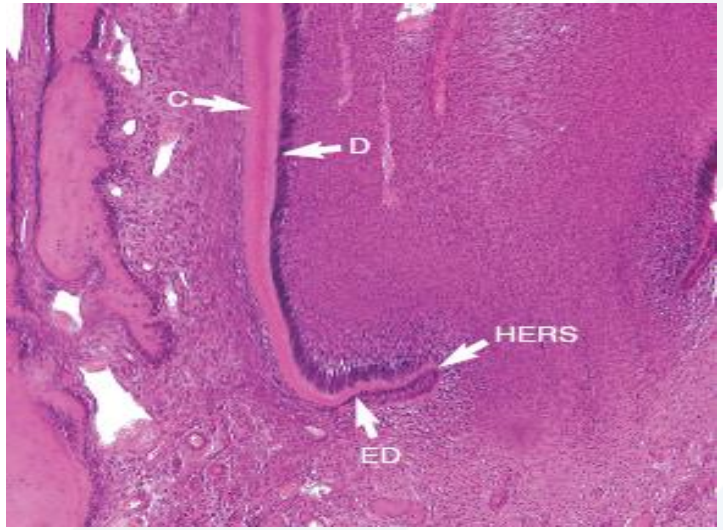
- تكون الانقسامات الخلوية في غمد هيرتفغ محددة جينيا لتعطي لاحقا جذرا عريضا او ضيقا او مستقيما او منحنيا، طويلا او قصيرا، مفردا او متعددا
- تنتج الجذور المتعددة عندما تتكاثر الاجزاء المتقابلة من غمد هيرتفغ عموديا وافقيا

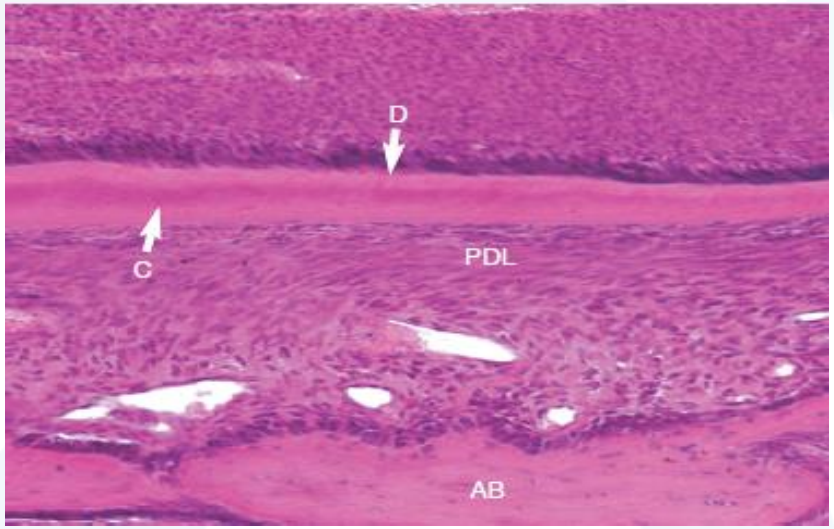


- بعد ان يتم بدء افراز العاج الجذري يتخرب الغشاء القاعدي الذي يفصل مصورات العاج عن غمد هيرفغ وتقوم خلايا الغمد بافراز الهيالين (hyaline material) فوق العاج حديث التشكل.
- وبعد بدء حدوث التمعدن تصبح لدينا طبقة الهيالين (*hyaline layer of Hopewell-Smith*) والتي ستساعد في ربط العاج مع الملاط الذي سيتشكل سريعا



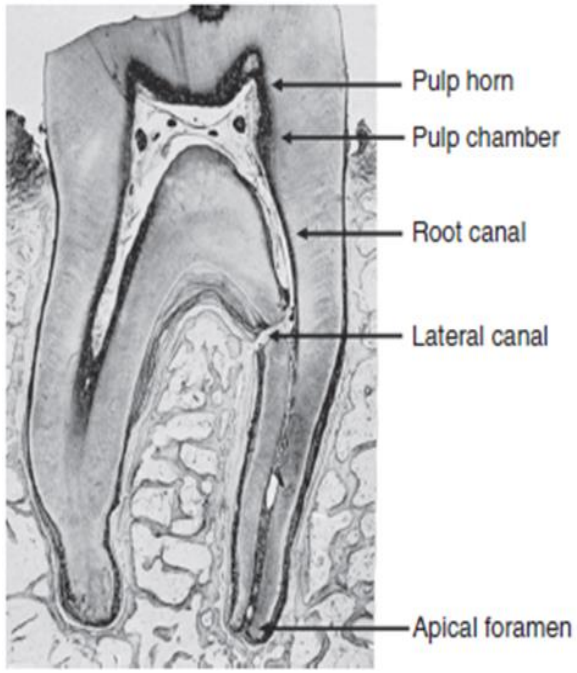
- عند هذه المرحلة يتمزق غمد هيرتفغ الى اجزاء ، هذه العملية ستسمح لخلايا الجراب السني بالهجرة والالتصاق على سطح العاج حديث التشكل حيث تتمايز الى مصورات الملاط وتقوم بافراز الملاط اللاخلوي الاولي .
- حيانا في بعض الاسنان تبقى بعض الاجزاء من غمد هيرتفغ المتمزق، هذه البقايا تتوضع عادة ضمن الرباط بالقرب من سطح الجذر وتدعى بالخلايا الظهارية المتبقية ل مالاسيه (*epithelial cell rests of Malassez*)
- عادة تكون هذه البقايا لا وظيفية، ولكن بوجود الالتهاب يمكن لهذه البقايا ان تتكاثر تحت ظروف معينة لتشكل كيسا جذريا





Formation of Lateral Canals and Apical Foramen

الاقنية الجانبية *Lateral Canals*



- الاقنية الجانبية هي اقنية تصل اللب مع الرباط
- وهي تتشكل عندما تتخرب منطقة معينة من غمد هيرتفغ قبل ان يتشكل العاج ، مما ينتج عنه اتصال مباشر بين اللب والرباط على شكل قناة تحتوي اوعية دموية صغيرة واحيانا اعصاب
- الاقنية الجانبية تكون مفردة او متعددة ، صغيرة او كبيرة ، وقد تتشكل في اي مكان من الجذر، لكنها اكثر شيوعا في الثلث الذروي

  وفي الارحاء قد تتواجد في قعر الحجرة اللبية
- إن الاقنية الجانبية ذات اهمية سريرية عالية مثل الثقبة الذروية لانها تشكل ممرا للامراض من اللب الى النسج حول الجذرية وبالعكس

الثقبة الذروية *Apical Foramen*

- يمر عبر الثقبة الذروية كل من الاوعية الدموية اللبية والاعصاب اللبية
- خلال تشكل الجذر تتوضع الثقبة الذروية عند نهاية الجذر التشريحي ، وعند اكتمال تطور السن تكون الثقبة الذروية الى التاجي قليلا من النهاية التشريحية للجذر ولكن هذه المسافة تزداد مع التقدم بالعمر نتيجة توضع الملاط ذرويا
- الثقبة الذروية قد تكون مفردة او متعددة ، المتعددة تكون عادة في الاسنان متعددة الجذور ، وعند وجود اكثر من ثقبة ذروية فان الثقبة الاضخم هي الاساسية والاصغر تعتبر قناة اضافية حيث يشكلان مع بعضهما ما يعرف بال ديلتا الذروية
- إن القطر الوسطي للثقبة الذروية في الاسنان الناضجة يتراوح بين ٠.٣ و ٠.٦ ملم
- إن اضخم الثقب الذروية هي الثقبة الذروية في الجذر الوحشي للرحى السفلية والجذر الحنكي للرحى العلوية [2]

Traditionally, it has been suggested to prepare at least three sizes beyond the first file that binds at working length. Based on findings that the preoperative diameter of the apical foramen widely varies[278-289] (Table 20-9). Apical preparation has been recommended to ISO-sizes of at least 25 to 35 or even higer.[278-289]

TABLE 20-9 Measured Apical Diameters and Suggested Preparation Sizes for Mandibular and Maxillary Teeth, Taken from Representative References Over the Last 60 Years

Maxillary Teeth										
Reference	Kuttler (279)	Green (280)	Kerekes (281–283)	Morfis (284)	Wu (285)	Briseno (286)	Grossman (287)	Sabala (288)	Tronstad (289)	Glickman (290)
Type	268 teeth *in vitro*	110 teeth *in vitro*	220 teeth *in vitro*	213 teeth *in vitro*	180 teeth *in vitro*	1097 teeth *in vitro*	Suggestions	Review	Suggestion	Suggestion
Centrals	25–35		45	30	34		80–90	80	70–90	35–60
Laterals	25–35		60	30	45		70–80	80	60–80	25–40
Canines	25–35		45		31		60–90	80	50–70	30–50
1st premolars	25–35	20	50	21	37		30–40	60	35–90	25–40
1 canal			70		30			60		
2 canals			20		23					
2nd premolars	25–35			21	37		50–55		35–90	25–40
1 canal			70		30			80		
2 canals			35		23			45–60		
Molars	25–35						30–55			
mesiobuccal		25	60	24	43	11–73		45	35–60	25–40
1 canal			40		19	09–60				
2 canals			40		19	11–44				
distobuccal		25	40	23	22	08–73		45	35–60	25–40
palatal		35	40	30	29	08–69		60	80–100	25–40

TABLE 20-9 Measured Apical Diameters and Suggested Preparation Sizes for Mandibular and Maxillary Teeth, Taken from Representative References Over the Last 60 Years

	Mandibular Teeth									
Reference	Kuttler (279)	Green (280)	Kerekes (281–283)	Morfis (284)	Wu (285)	Briseno (286)	Grossman (287)	Sabala (288)	Tronstad (289)	Glickman (290)
Type	268 teeth	110 teeth	220 teeth	213 teeth	180 teeth	1097	Suggestions	Review	Suggestion	Suggestion
Centrals	25–35		70	26	37		40–50	60	35–70	25–40
Laterals	25–35		70		37		40–50	60	35–70	25–40
Canines	25–35		70		47		50–55	80	50–70	30–50
1st premolars	25–35		35	27	35		30–40		35–70	30–50
1 canal					20			80		
2 canals					19			45–60		
2nd premolars	25–35		40	27	35		50–55		35–70	30–50
1 canal					20			80		
2 canals					13			45–60		
Molars	25–35						30–55			
mesial root		25	60	26	38–45	10–64		45	35–45	25–40
distal root		30	60	39	46	12–64		60	40–80	25–40

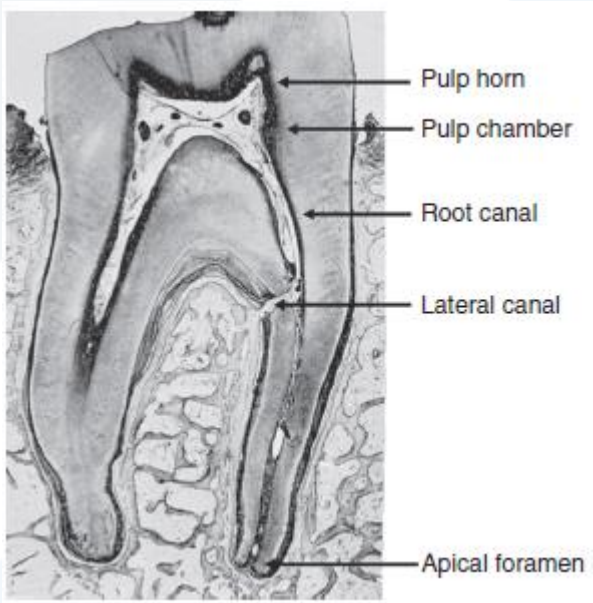
إن الحجم والشكل الخارجي للسن يعكس حجم وشكل الفراغ اللبي

Tooth
السن

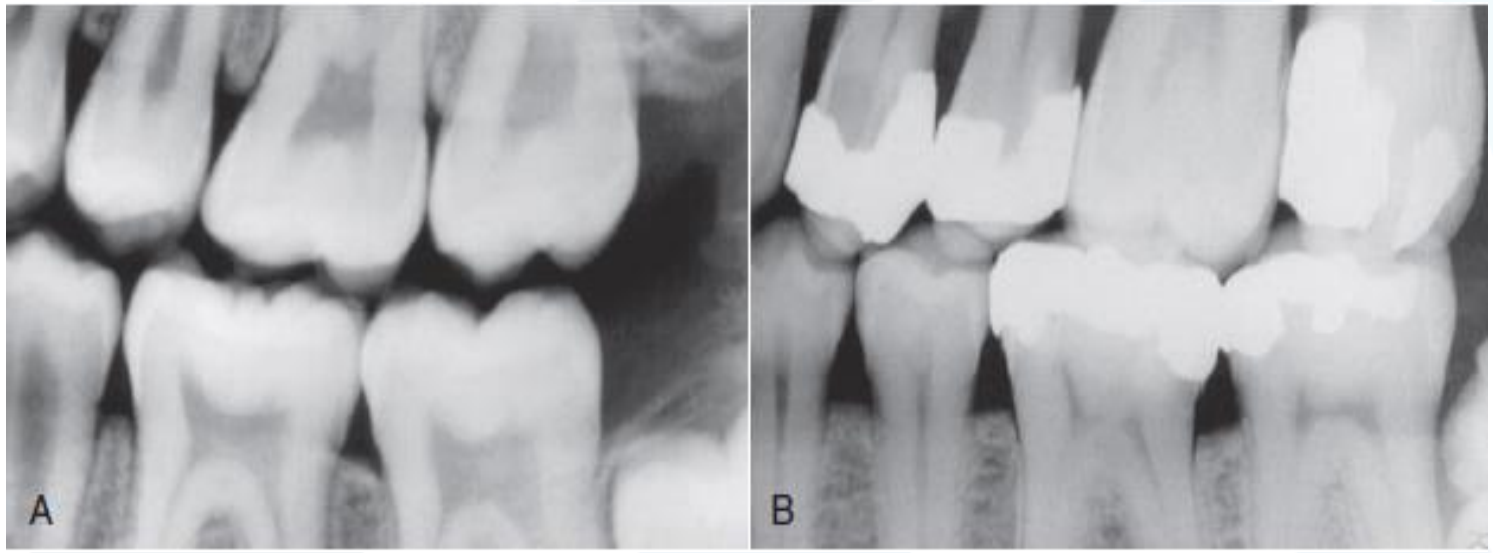
- Root
  الجذر
- crown
  التاج

Pulp space
الفراغ اللبي

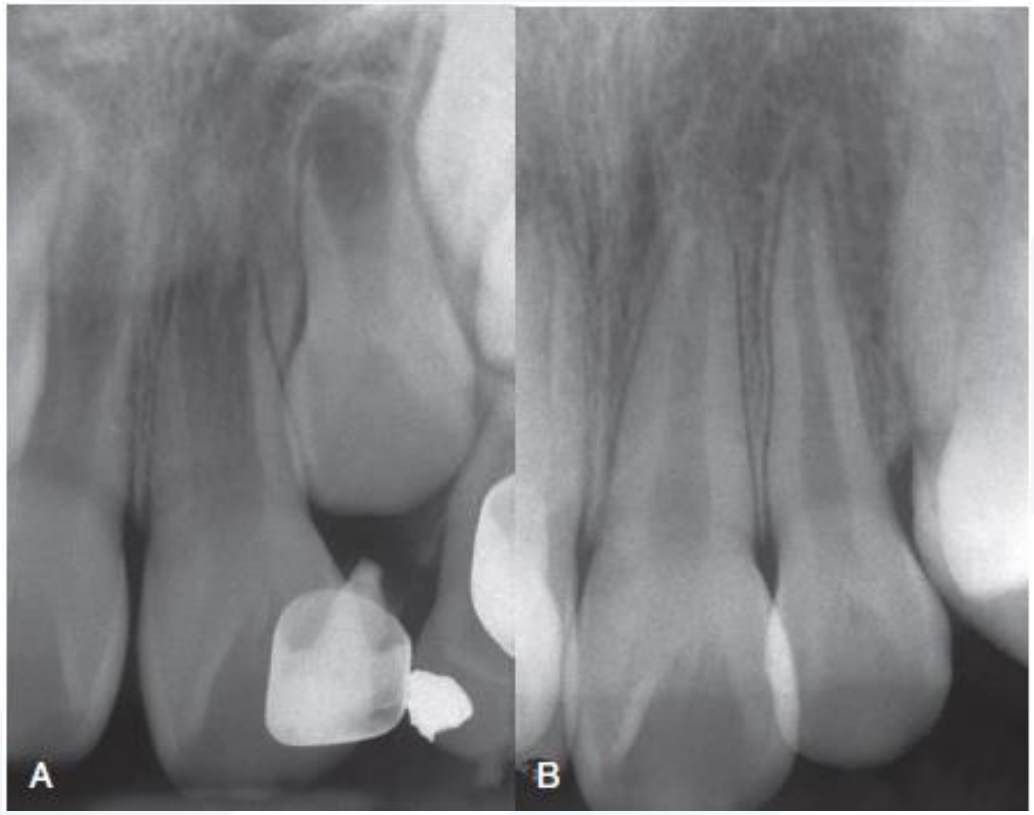
- Radicular region
  اللب الجذري
  (الاقنية الجذرية)
- Coronal region
  اللب التاجي
  - Pulp champer
    الحجرة اللبية
  - Pulp horn
    القرون اللبية



- يصبح الفراغ اللبي اصغر عند اكتمال نمو الجذر بسبب التوضع المستمر للعاج
- يحدث تراجع واضح في ارتفاع القرون اللبية وفي حجم الحجرة اللبية
- في الارحاء يكون التناقص في الابعاد الاطباقية الذروية للحجرة اللبية اكبر من تناقص الابعاد الانسية الوحشية
- لهذا التناقص اهمية سريرية تتجلى في صعوبة تحديد وتنظيف وتشكيل النظام القنيوي



- إن حجم وموقع الثقبة الذروية يؤثر على كمية التروية الدموية للب والذي يعتبر بدوره عاملا مهما عند حدوث رضوض الاسنان
- لذلك وفي حوادث الرضوض، فإن اسنان اليافعين غير مكتملة الذروة تملك إنذارا أفضل من اسنان البالغين [2]



يؤدي اللب السني ٥ وظائف هي:

١) التحفيز (التحريض) Induction

٢) التصنيع (التشكيل) Formation

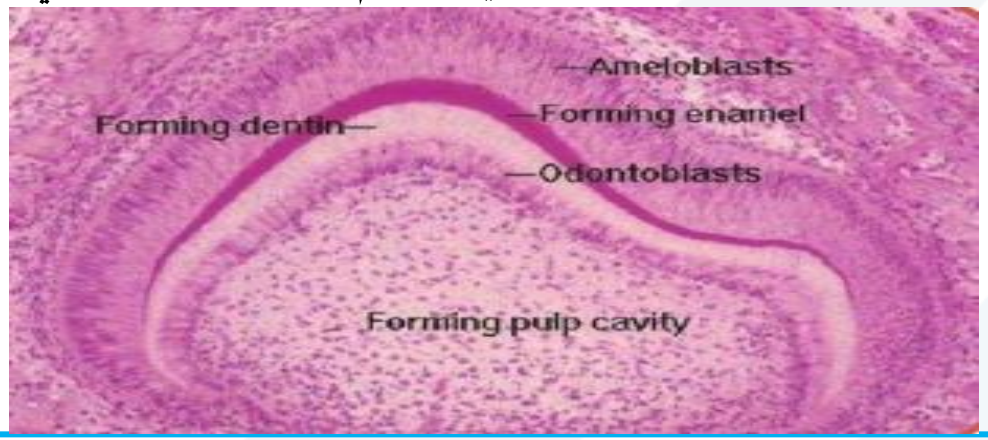
٣) التغذية Nutrition

٤) الدفاع Defense

٥) الحس Sensation

❶ الوظيفة التحفيزية (التحريض) (Induction):

- ❑ يشارك اللب في بدء افراز العاج وفي تطوره
- ❑ إن تشكل العاج يقود الى تشكل الميناء
- ❑ هناك ترابط وثيق بين هذه الاحداث، حيث ان النسيج الظهاري المينائي يحفز تمايز مصورات العاج ومن ثم فان مصورات العاج والعاج الذي تفرزه يحفز افراز وتشكل الميناء
- ❑ هذا التاثير المتبادل بين النسيجين الظهاري والضام يعتبر حجر الاساس في تشكل السن. [2]



❷ الوظيفة التصنيعية (التشكيل) (Formation):

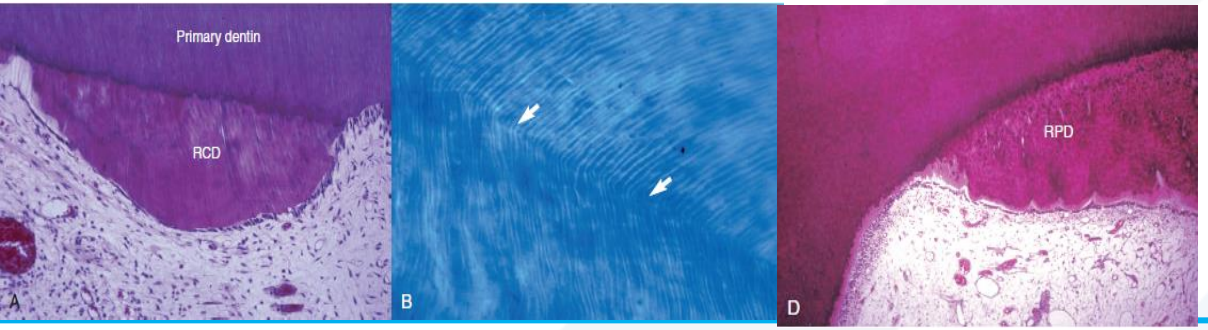
حيث يقوم اللب عبر مصورات العاج بتصنيع او تشكيل العاج ويتم ذلك عبر ٣ طرق:

- ✓ انتاج وافراز القالب العضوي
- ✓ تمرير او نقل المكونات اللاعضوية الى القالب العضوي حديث التشكل
- ✓ خلق بيئة مناسبة لتمعدن القالب العضوي.

- ❖ يتم افراز العاج الاولي خلال تطور السن بشكل سريع ويستمر افرازه حتى اكتمال الجذور
- ❖ بعد اكتمال الجذور يبدأ افراز العاج الثانوي ويكون بطيئا
- ❖ اما العاج الثالثي فيتم افرازه كرد فعل على الاذيات اللبية المرتبطة بالنخر او الرض او الاجراءات الترميمية ويكون العاج الثالثي اقل انتظاما من العاج الاولي والثانوي.

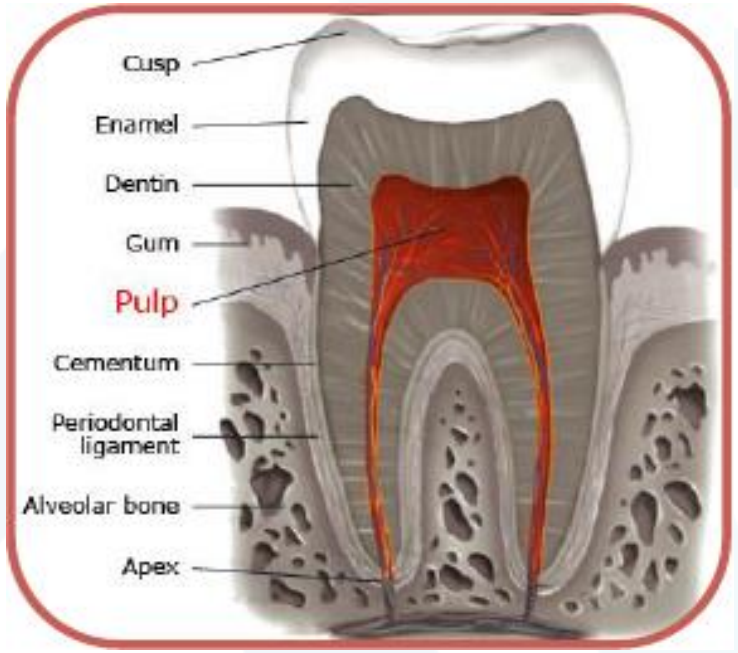
يمكن تمييز نمطين من العاج الثالثي:

- ❑ النمط الاول هو العاج الثالثي الرجعي او التحريضي (reactionary): وهو العاج الذي تفرزه مصورات العاج الاصلية كاستجابة لمخرشات متوسطة الشدة وتكون القنيات العاجية في هذا النمط متمادية مع القنيات الموجودة في العاج الاصلي
- ❑ النمط الثاني هو العاج الثالثي المرمم (reparative): وهو العاج الذي تفرزه مصورات عاج حديثة التمايز (او خلايا شبيهة بمصورات العاج) كاستجابة لمخرش قوي وموت مصورات العاج الاصلية ، ويمكن مشاهدة هذا النمط من العاج عند تشكل الجسر العاجي بعد حدوث انكشاف النسيج اللبي ويتميز هذا النمط بانه لا قنيوي في اغلبه



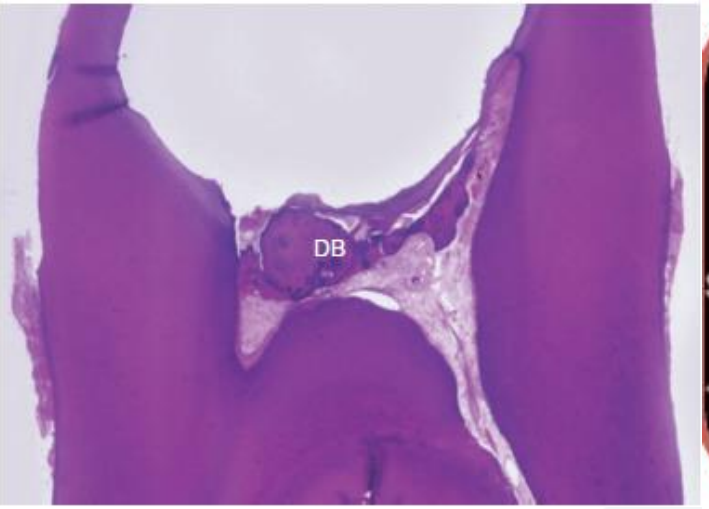
❸ وظيفة التغذية (Nutrition):

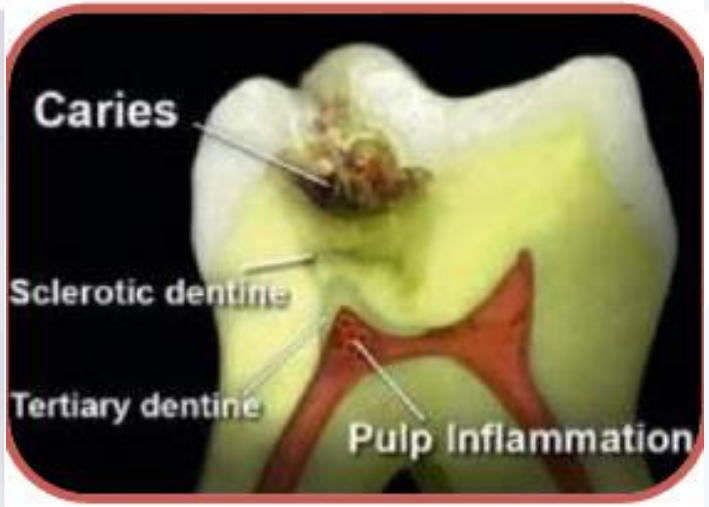
إن اللب هو المصدر الاساس للعناصر الغذائية خلال مراحل تشكل العاج بكل انواعه.



❹ الوظيفة الدفاعية (Defense):

- ❑يقوم اللب بهذا الدور عبر مصورات العاج التي تفرز العاج الثالثي بنمطيه كوسيلة دفاعية ضد المؤثرات الخارجية
- ❑وكذلك يقوم اللب بدور مناعي ضد ذيفانات الجراثيم.





5 الوظيفة الحسية (Sensation):

- تستجيب النهايات العصبية الموجودة في اللب للمؤثرات المطبقة على النسيج اللبي مباشرة او تلك المطبقة على الميناء والعاج
- تؤدي هذه المؤثرات الى الاحساس بالالم
- يؤدي تنبيه الالياف العصبية المغمدة بالنخاعين الى الم حاد وسريع
- اما تنبيه الالياف غير المغمدة فيؤدي الى استجابة المية مبهمة واقل سرعة .]

Age changes in the dental pulp and dentin تغيرات العاج واللب المرتبطة بالعمر

- مع التقدم بالعمر يستمر افراز العاج الثانوي مما يؤدي الى تراجع حجم الحجرة اللبية والاقنية الجذرية واحيانا الى درجة تصبح فيها هذه الاقنية غير مرئية بالصورة الشعاعية
- وكذلك مع التقدم بالعمر يحدث توضع للعاج حول القنيوي واحيانا يؤدي الى انغلاق القنيات العاجية وهو ما يعرف بالتصلب العاجي (sclerotic dentin) وبالتالي فان العاج يصبح اقل نفوذية مع التقدم بالعمر
- مع التقدم بالعمر يقل عدد الخلايا وتقل الاوعية الدموية والنهايات العصبية في النسيج اللبي
- عند مقارنة النسيج اللبي بعمر ٢٠ سنة وبعمر ٧٠ سنة وجد ان الكثافة الخلوية تقل الى النصف، هذا النقص في عدد الخلايا يشمل كل انواعها سواء كانت متمايزة كمصورات العاج او غير متمايزة كالخلايا الجذعية

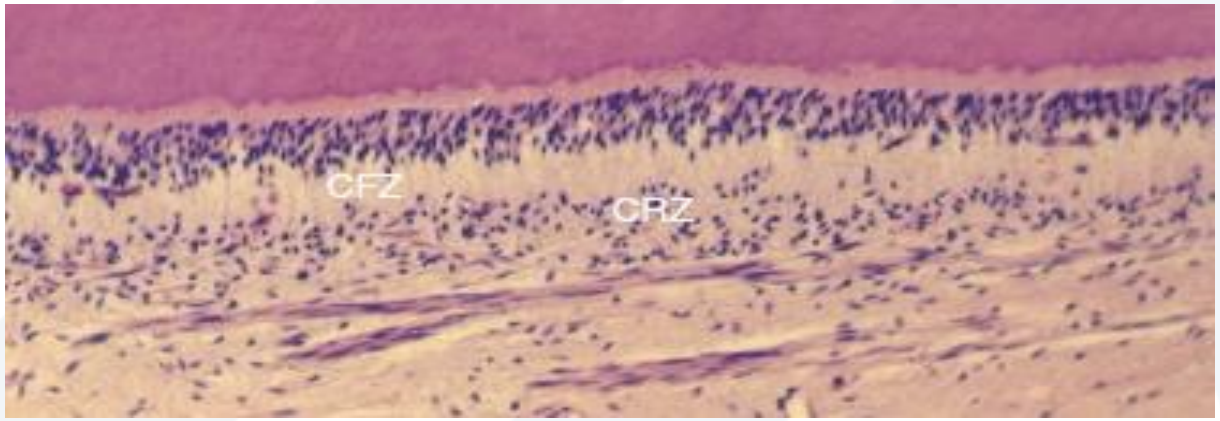
- يشكل اللب والعاج نسيجا معقدا يتميز بمظهر نسيجي يتبدل مع التقدم بالعمر ومع التعرض للمثيرات الخارجية
- باستخدام المجهر الضوئي وعند فحص السن الدائم اليافع مكتمل النمو يمكن تمييز **اربع طبقات في النسيج اللبي وهي بالترتيب** من المحيط الى المركز:

١) طبقة مصورات العاج (Odontoblast layer): وهي الطبقة الخارجية الملاصقة لطليعة العاج

٢) الطبقة الفقيرة بالخلايا اوطبقة وايل *(zone of Weil): تقع مباشرة الى الداخل من طبقة مصورات العاج*

٣) الطبقة الغنية بالخلايا (cell-rich zone): تقع الى الداخل من طبقة وايل. وان هذه المظاهر تقتصر على اللب التاجي وفي بعض الاحيان يكون من الصعب التمييز بين هذه الطبقات

٤) مركز اللب (*pulp core*): وهي الطبقة الداخلية وتكون غنية بمصورات الليف والفروع العصبية والاوعية الدموية



المكونات خارج الخلوية:

- ألياف الكولاجين
- القالب غير الكولاجيني

الخلايا:

- مصورات العاج
- الخلايا الجذعية
- مصورات الليف
- خلايا الجهاز المناعي

الاوعية الدموية

التعصيب

ألياف الكولاجين:

- تقوم مصورات العاج بافراز الكولاجين من النمط I
- تقوم مصورات الليف بافراز الكولاجين من النمط I و III
- يحتوي العاج على الكولاجين من النمط I بشكل أساسي
- يحتوي اللب على الكولاجين من النمط I و III بنسبة تقارب ٥٥:٤٥
- سماكة الياف الكولاجين اللبي حوالي ٥٠ نانومتر

القالب غير الكولاجيني:

- يتكون من الغلوكوز امينوغليكان والذي يرتبط مع البروتينات وسكريات اخرى ليشكل البروتيوغليكان بالإضافة الى وجود مكونات أخرى مثل الفيبرونيكين

مصورات العاج:

- هي الخلايا المميزة للب السني. وهي تشكل طبقة واحدة في محيط النسيج اللبي، وتنتج قالب العاج، وتسيطر على عملية تمعدن هذا القالب
- تنتج مصورات العاج الكولاجين الذي ياخذ شكل الياف ، بالاضافة الى انتاج البروتينات غير الكولاجينية والتي تندخل ضمنها الياف الكولاجين
- في اللب التاجي تكون مصورات العاج ضخمة ومتطاولة ويكون عددها كبير (between 45,000 and 65,000/mm2). (ضخامة الخلية دلالة على ان القدرة الانتاجية عالية)
- في الجزئين العنقي والمتوسط من اللب الجذري يقل عددها وينقص تطاولها

- تمر مصورات العاج خلال دورة حياتهاعبر مراحل متعددة
  - المرحلة الوظيفية
  - المرحلة الانتقالية
  - مرحلة الراحة
- وخلال هذه المراحل يحدث تغيرات في حجم الخلية وفي وظيفتها
- تبقى مصورات العاج وظيفية مدى الحياة
- تموت مصورات العاج اما بسبب موت الخلايا المبرمج (apoptosis) او بسبب المثيرات الخارجية كالنخر مثلا

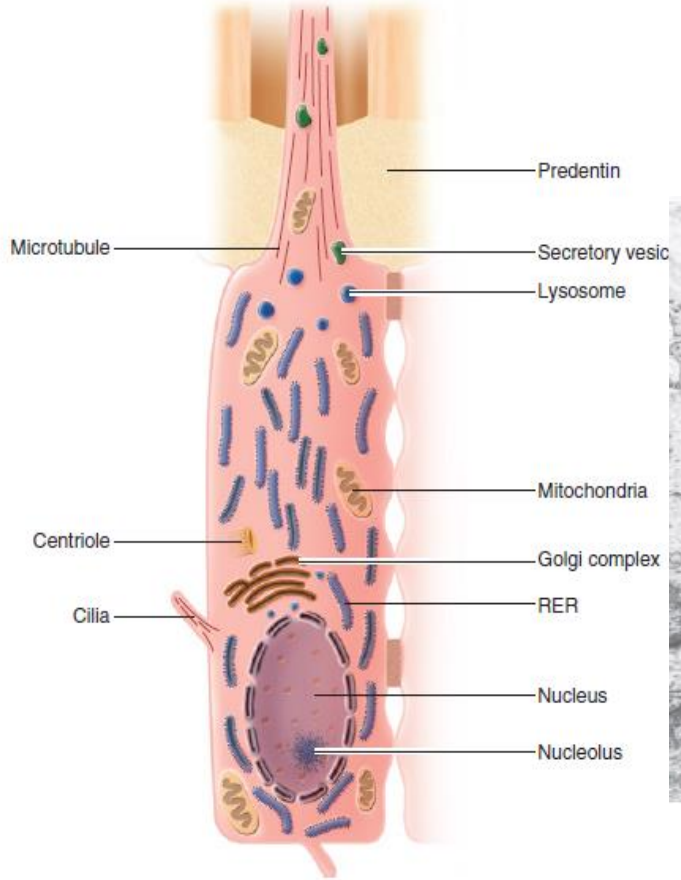
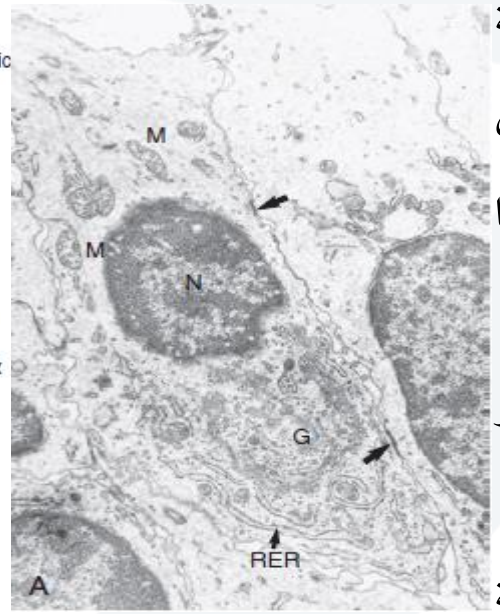


FIG. 12-5 Diagram of a fully differentiated odontoblast. *RER*, Rough endoplasmic reticulum.



- تتكون مصورات العاج من جسم الخلية ومن الاستطالات الخلوية
  - جسم الخلية يرتبط بطبقة طليعة العاج المجاورة
  - الاستطالات : وتشمل الاستطالة الرئيسية الضخمة التي تمتد لمسافات متفاوتة ضمن القنيات الموجودة في طليعة العاج وفي العاج وكذلك استطالات أخرى اصغر تمتد من جسم الخلية وتربط مصورات العاج مع بعضها واحيانا تربطها مع مصورات الليف
  - يحتوي جسم الخلية على نواة قاعدية وسيتوبلاسما تحوي بدورها على جهاز غولجي وشبكة سيتوبلاسمية داخلية وغيرها من مكونات الخلايا المفرزة
  - يعتبر جسم الخلية هو الجزء المنتج بينما يتم افراز المنتجات عبر قطب الخلية القريب من طليعة العاج وعبر الاستطالة الخلوية

Cell bodies are **joined by a variety of membrane junctions**, including gap junctions, tight junctions, and desmosomes. Each junction type has specific functions.

- **Desmosomal junctions** :mechanically link the cells into a coherent layer.
- **Gap junctions** :allow communication between cells in the layer.
- **Tight junctions**: control the permeability of the layer.

The secretory products of the odontoblasts are released through the cell membrane at the peripheral end of the cell body and through the cell process.

The cell-to-cell junctions are specialized areas of the cell membrane.

Other parts of the cell membrane are specialized to be *membrane receptors* to which signaling molecules can attach (as *ligands*) and thereby modify the behavior of the cell.

There are many types of membrane receptors.

The type and number of receptors vary greatly between cell types and at different times of the cell's life.

The odontoblast has several types of receptors on or within its cell membrane.

- Toll-like receptors (TLR2 and TLR4), when **activated by components of gram-positive bacteria** (lipoteichoic acid), cause the odontoblasts to release proinflammatory cytokines .This indicates that the odontoblasts can act as antigen-recognition cells when bacterial products penetrate the dentin.
- Other known receptors (e.g., TRPV1, capsaicin receptor, and TRK-1, vanilloid receptor) are thermosensitive and can sense heat- or cold-induced fluid movement in the tubules .

Thus, the odontoblast has a role in the immune response and may act as a nociceptor.

الخلايا الجذعية Stem cells:

- ❖ تتواجد في كامل النسيج اللبي
- ❖ لكنها اكثر كثافة في مركز اللب
- ❖ عند حدوث اذية ما تتحرر جزيئات كيميائية تحفز هذه الخلايا على الهجرة والتمايز

الخلايا المصورة لليف Fibroblasts:

- ❖ تعتبر اكثر أنواع الخلايا شيوعا في النسيج اللبي
- ❖ تقوم بإنتاج الكولاجين والمادة الأساسية

الخلايا المناعية :

- ❖ تعتبر الخلايا المتغصنة Dendritic اكثر أنواع الخلايا المناعية أهمية في النسيج اللبي
- ❖ تقوم هذه الخلايا بإنتاج الاضداد في طبقة مصورات العاج وحول الاوعية الدموية
- ❖ توجد أنواع أخرى من الخلايا المناعية مثل البالعات الكبيرة والمعتدلات

الفيزيولوجيا الوعائية:

- يحتوي النسيج اللبي على الشرايين والاوردة و الاوعية اللمفاوية
- يكون النسيج اللبي موعى بشكل كبير
- تدفق الشعريات الدموية في المنطقة التاجية اكبر بمرتين منه في المنطقة الجذرية

التعصيب:

- تتعصب اسنان الفك العلوي من الفرع الثاني من العصب مثلث التوائم
- تتعصب اسنان الفك السفلي من الفرع الثالث من العصب مثلث التوائم
- يمكن لارحاء الفك السفلي احيانا ان تستقبل الحس من العصب الضرسي اللامي فرع الفك السفلي
- يمكن لارحاء الفك السفلي أحيانا ان تتلقى تعصيبا من الاعصاب النخاعية الرقبية الثاني والثالث مما يخلق صعوبة اثناء تخدير العصب السني السفلي